

Пассивная интермодуляция: проблема современных операторов сетей

Passive intermodulation: a problem of contemporary network operators

Саед Афзал

Региональный менеджер
(Ближний Восток и Африка),
Anritsu

Syed Afzal

Regional manager
(the Middle East and Africa),
Anritsu

Алексей Сонин

Региональный менеджер
(Россия и СНГ),
Anritsu

Alexey Sonin

Regional manager (Russia and CIS)
Anritsu

В данной статье обсуждаются негативные последствия при возникновении пассивной интермодуляции (ПИМ) в сотовых сетях. Отмечено, что выявление источников ПИМ трудоемкий процесс, который требует специального измерительного оборудования. Устранение ПИМ необходимо. В противном случае это отрицательно скажется на коммерческой деятельности оператора.

Discussed the negative consequences in the event of passive intermodulation (PIM) in cellular networks. Noted that the identification of sources of PIM-consuming process that requires special measuring equipment. Elimination of PIM necessary. Otherwise, it will negatively affect business activities operator.

По мере распространения новых сетевых радиотехнологий уменьшается ширина неиспользуемой полосы частот. Это означает, что все больший объем необходимо передавать по все более загруженному частотному спектру.

Ключевые слова:

ПИМ

Keywords:

PIM

Такая перегруженность спектра приводит к некоторым непредвиденным проблемам, одной из которых является феномен пассивной интермодуляции (ПИМ). ПИМ представляет собой интерференцию, влияющую как на качество обслуживания, так и на пропускную способность узлов связи [1]. В частности, для операторов мобильной связи ПИМ может привести к значительному сокращению доходов.

Для борьбы с ПИМ в первую очередь, конечно, необходимо оптимизировать структуру узла для передачи и приема РЧ-сигнала. Кроме того, крайне важно следовать нормативам при установке оборудования базовой станции (БС). Особое внимание нужно уделять кабелям и разъемам, являющимся одним из основных источников ПИМ.

Тем не менее, проблемы с ПИМ могут возникнуть даже на самых лучших установках, в том числе из-за факторов, не связанных с антенно-фидерным трактом. В данной статье рассматривается неявное отрицательное влияние ПИМ как на саму сеть, так и на ее пользователей. Кроме того, проведен обзор специализированного оборудования для обнаружения ПИМ, которое позволяет инженерам значительно быстрее решать связанные с ПИМ проблемы и тем самым приносит выгоду и скорый возврат инвестиций.

Что такое ПИМ

Интермодуляция – смешивание как минимум двух сигналов различных частот, приводящее к образованию новых сигналов на других частотах. Эти дополнительные сигналы математически связаны с исходными (см. рис. 1). Когда продукт интермодуляции имеет ту же частоту, что и другой используемый сигнал, возникает нежелательная интерференция. Например, на базовых станциях 3G (UMTS) продукт интермодуляции на передающих антеннах (обычно работающих как минимум с двумя сигналами) может создавать на узле БС помехи в принимаемом диапазоне частот.

ПИМ возникает, когда два и более сигналов сталкиваются с нелинейностью. Это может быть неисправный или проржавевший разъем, неправильная оконцовка кабеля или даже объект за периметром узла БС, например ржавый забор [1].

Интерференция в принимаемом диапазоне частот – не единственный нежелательный эффект пассивной интермодуляции. Она также может ослабить передаваемый сигнал.

Важнее всего здесь, конечно же, то, как ПИМ затрагивает абонентов, ведь они могут столкнуться со следующими проблемами:

- отсутствие доступа к сети;
- срыв звонков;
- низкая скорость передачи данных;
- плохая голосовая связь.

По оценкам экспертов, 5–10% проблем, возникающих на базовых станциях, связаны с ПИМ. Очевидны прямые убытки: если у абонента сорвался вызов, оператор не получает плату за минуты звонка, не удалось целиком посмотреть видео – абонент не платит за нескачанные мегабайты. Размер этих убытков оценить довольно легко.

Однако ПИМ приводит и к неявным убыткам, которые не менее реальны, но которым сложнее дать количественную оценку. Например, при ухудшении качества связи увеличивается отток абонентов, которые начинают искать других операторов с более надежным сервисом. Этот эффект усиливается за счет "сарафанного радио", и потенциальные новые абоненты по рекомендации знакомых выбирают сеть конкурента. Оператор может вообще не знать о том, что он таким образом теряет клиентов. В свою очередь, бренд оператора начинает терять репутацию.

Однако сокращение доходов – только полбеда: ПИМ также приводит к увеличению эксплуатационных расходов. Это связано с тем, что персоналу технической поддержки приходится обрабатывать запросы от клиентов, у которых возникают проблемы. Решение

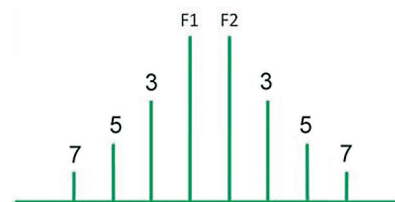


Рис. 1. Смешивание (интермодуляция) несущих сигналов F1 и F2 создает продукты третьего, пятого и седьмого порядка, любой из которых может создавать помехи для других сигналов

технических проблем и выслушивание жалоб отвлекают ваш персонал от других, более перспективных задач, связанных с продажами и внедрением долгосрочных инициатив [2].

Наконец, помехи, связанные с ПИМ, могут затронуть другие расположенные поблизости узлы связи, и их владельцы могут обратиться в суд с целью получить возмещение издержек, возникших из-за этих помех.

Потеря прибыли, отток клиентов, дополнительные издержки и правовые риски – гремучая смесь проблем, причина у которых всего одна. И эту причину легко найти и устранить при наличии соответствующих инструментов.

Уникальные характеристики ПИМ

С появлением сетей 4G (LTE/LTE-Advanced) и увеличением скорости передачи данных до 100 Мбит/с отрицательное влияние ПИМ на сетевое оборудование становится как никогда очевидным.

Обычно операторы узнают о проблеме с узлом сотовой связи от систем мониторинга сети. Эти системы сообщают о возникающих у пользователей проблемах, например о сорванных звонках или отсутствии связи на периферии зоны покрытия БС.

Сложность здесь состоит в том, что проблемы со связью невозможно автоматически сопоставить с ПИМ. При этом даже если причиной неполадки является ПИМ, трудно найти его источник на базовой станции, где имеются сотни разъемов и длинные участки кабелей. Источник ПИМ может вообще находиться за периметром станции.

В этой ситуации главное – быстро диагностировать неполадку и узнать, имеет ли место пассивная интермодуляция, а затем быстро найти ее источник.

Используемый для этого измерительный прибор должен соответствовать высоким требованиям по части динамического диапазона и защиты от помех. Однако в связи с уникальными характеристиками ПИМ для инструмента важны также следующие качества:

- портативность – инструмент будет использоваться на высоких антенных мачтах базовой станции;
- возможность точно обнаруживать источник помех;
- широкий диапазон выходной мощности для соответствия высокой мощности передатчика узла сотовой связи;
- возможность дистанционного управления;
- прочная конструкция;
- простота использования для техперсонала.

Соответствуют ли этим требованиям традиционные методы анализа сигнала? Настольная система поддерживает необходимый диапазон измерений, однако, очевидно, не является достаточно портативной и не подходит для использования вне помещений в удаленных точках.

Другие инструменты, даже заявленные производителями как "портативные", требуют постоянного подключения к сети питания переменного тока. На узле сотовой связи для этого обычно используется тяжелый генератор, с которым работают как минимум два сотрудника техперсонала [3]. Это неудобно и неэффективно, особенно если сотруднику необходимо устранить ПИМ на установках с распределенной антенной системой (DAS) или удаленными радиоблоками (RRH).

Подойдут ли стандартные инструменты обнаружения помех?

Широкий набор стандартных анализаторов спектра [3] доступен для обнаружения самых разных помех:

- импульсный шум;
- внутрисполосная интерференция;
- проблемы "разной дальности" (Near-far);
- гармоника;
- ПИМ;
- преднамеренные помехи (глушение).

Эти инструменты способны выявить наличие ПИМ, однако они не поддерживают возможности для анализа, необходимые сотрудникам техперсонала для обнаружения и устранения неполадки. Если подтверждено наличие ПИМ, однако найти ее источник невозможно, для устранения помех специалисту необходимо осмотреть и проверить все возможные источники: каждый кабель, разъем и терминатор. Эта процедура не только отнимает много времени, но и приводит к необходимости вскрытия корректно работающих соединений, что может привести к их повреждению.

Более того, стандартные инструменты могут вообще не обнаружить ПИМ, поскольку обычно у них ограничен диапазон выходной мощности. Природа помех, возникающих в связи с ПИМ, сильно зависит как от РЧ-инфраструктуры, так и от среды, в которой распо-

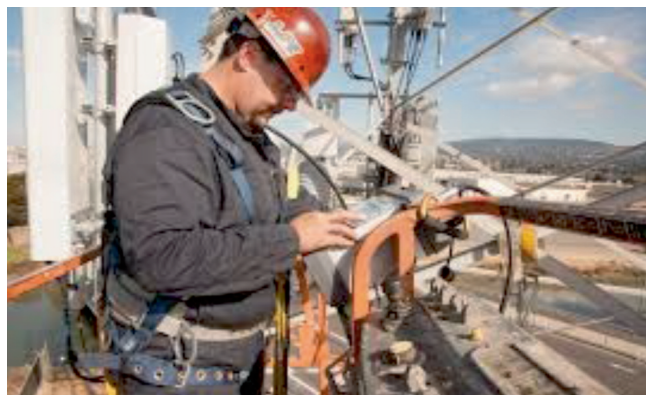


Рис. 2. Портативный анализатор ПИМ удобно использовать на вершине антенной мачты базовой станции

ложена антенна. Поэтому точное измерение их характеристик возможно, только когда сигнал передачи анализатора имеет мощность, сравнимую с мощностью передатчика базовой станции.

Специализированные инструменты для обнаружения ПИМ

В связи с участвовавшими случаями возникновения помех от пассивной интермодуляции производители разработали новое поколение портативных инструментов для ее измерения. Данные анализаторы работают от аккумуляторов, при этом обеспечивая большую выходную мощность, поддерживают основные мировые стандарты беспроводной связи и обладают удобным интерфейсом, облегчающим анализ ПИМ [4].

Рентабельность

Как описано выше, феномен ПИМ обладает уникальными характеристиками, которые затрудняют его обнаружение стандартными измерительными инструментами. Помехи, возникающие из-за ПИМ, негативно отражаются на деятельности операторов сетей, приводя к дополнительным издержкам, разочарованию абонентов и сокращению доходов. ■

Литература

1. Джуринский К. Интермодуляция в радиочастотных соединителях для мобильной и сотовой связи // Компоненты и технологии. – 2010. – №6 [online]. Доступ через http://www.kit-e.ru/articles/commut/2010_06_26.php.
2. Джуринский К. Миниатюрные коаксиальные радиокомпоненты для микроэлектроники СВЧ. – М.: Техносфера, 2006.
3. От лидера в области анализа кабелей и антенн [online]. Доступ через <http://datatest.ru/rf/handheld/pim-master/606-portativny-analizator-pim>.
4. Пассивная интермодуляция [online]. Доступ через <http://www.anritsu.com/ru-RU/Products-Solutions/Products/MW82119B.aspx>.

Ваше мнение и вопросы по статье присылайте по адресу

TSS@Groteck.ru